

# 1 INTRODUÇÃO

A avaliação de segurança ou estabilidade de Estruturas Geotécnicas é resolvida, na prática, por métodos simples como Equilíbrio Limite, que é um método de tentativas e erros, baseado na comparação de forças atuantes e resistentes sobre uma superfície de ruptura predeterminada pelo usuário ou por algum programa de computador. Tais métodos se resumem a encontrar uma superfície com menor fator de segurança, definida normalmente como o quociente entre a força atuante e a força resistente.

Por outro lado existem na teoria de plasticidade, métodos como a Análise Limite, baseados nos teoremas do limite inferior e superior. Esses métodos, apesar de oferecerem boas perspectivas para a análise de estabilidade de problemas Geotécnicos, encontram-se atualmente em nível de pesquisa no âmbito acadêmico, não sendo aplicados na prática, por falta de algoritmos ou métodos eficientes para resolver o problema matemático resultante da aplicação da teoria de Análise Limite (AL) e do Método de Elementos Finitos (MEF). Na formulação mista fraca, empregada no presente trabalho, o problema consiste em encontrar um campo de tensões correspondente à carga que leva ao colapso uma estrutura (carga de colapso). Este problema pode ser resolvido por alguma técnica de otimização, onde a função objetivo é o fator de carga e as restrições do problema são expressas na forma de um sistema de equações que correspondem às equações de equilíbrio com número de variáveis muito maior que o número de equações e um outro sistema de inequações desacopladas não lineares que satisfazem um critério de escoamento do material.

O objetivo principal do presente trabalho é aplicar a Análise Limite na análise de problemas reais de Geotecnia de maneira computacionalmente eficiente, e pelo fato de testes realizados com otimizadores comerciais existentes ter-se mostrado ineficientes, o grande desafio é desenvolver um otimizador eficiente para resolver o problema descrito no parágrafo anterior.

Este trabalho é uma continuação da pesquisa realizada na dissertação de mestrado do autor, onde foi desenvolvido o programa computacional GEOLIMA (**GE**otechnical **LIM**it **A**nalysis), versão 1.0, e foi feita também a validação do algoritmo da Análise Limite implementado. Naquela versão, o programa fazia uso do otimizador Minos 5.5 para resolver o problema de otimização, onde somente pequenos problemas puderam ser analisados. Neste trabalho, apresenta-se GEOLIMA versão 2.0 com algumas melhoras, mas com um otimizador próprio, mais eficiente, baseado no algoritmo de Pontos Interiores. A validação do otimizador implementado é feita comparando-se os resultados obtidos com os otimizadores comerciais LINGO(Lindo system inc., 1997) e MINOS (Murtagh e Saunders, 1998).

Muitas pesquisas e publicações já foram realizadas na área da Análise Limite Numérica, a grande maioria usando otimizadores comerciais como LINGO (Lindo system inc., 1997), MINOS (Murtagh e Saunders, 1998) e LANCELOT (Conn, Gould e Toin, 1992). Existem também vários trabalhos sobre Análise Limite com uso do algoritmo de Pontos Interiores como Borges (1991), Zouain (1993), Lyamin e Sloan (1993) e Farfan (2000); mas não se encontraram aplicações com malhas suficientemente refinadas ou aplicações reais. Neste trabalho propõe-se uma implementação alternativa do algoritmo de Pontos Interiores, computacionalmente mais eficiente.

Sendo as propriedades dos materiais geotécnicos de natureza aleatória, como complemento ao objetivo principal, neste trabalho aplica-se a Análise de Confiabilidade com a Análise Limite pelo método FORM (First Order Reliability Method).

Não sendo o objetivo deste trabalho expor as teorias da Análise Limite (AL), Método de Elementos Finitos (MEF), Programação Matemática (PM) e da Confiabilidade, no Capítulo 2, é apresentado somente um resumo de alguns conceitos sobre a Análise Limite e sua formulação pelo MEF. No Capítulo 3, é apresentada a solução numérica do problema da Análise Limite. No Capítulo 4, são apresentados os fundamentos da Análise de Confiabilidade. No Capítulo 5, são apresentados exemplos de aplicação da Análise Limite, realizados com o programa GEOLIMA 2.0 e finalmente, no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões e sugestões do presente trabalho.